

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **05-225149**

(43)Date of publication of application : 03.09.1993

(51)Int.Cl.

G06F 15/16

G06F 9/46

G06F 12/00

(21)Application number : **04-025619**

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : **13.02.1992**

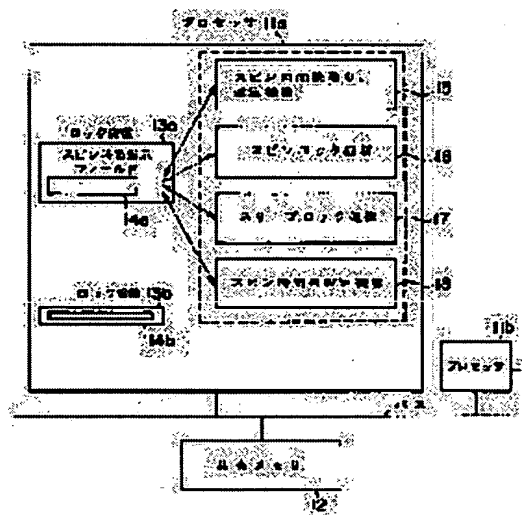
(72)Inventor : KITSU TOSHIKI

(54) LOCK SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the efficiency of process execution by reducing the wasting of a processor at the time of lock acquisition.

CONSTITUTION: When the lock of a lock variable 13a can not be acquired, the process is set in a spin lock state by a spin lock mechanism 16 and when the lock can not be acquired even after a specific spin lock time spin, a sleep lock mechanism 17 sets the process in a sleep state. Consequently, the process is put in the sleep state unless the lock is obtained for a time exceeding the specific spin lock time set in a spin time indication field, and the processor is passed to another process; when the lock is released from another processor relatively early, the lock is acquired since the process is in the spin lock state, so that the process can be executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-225149

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/16	3 5 0 F	8840-5L		
9/46	3 6 0 B	8120-5B		
12/00	5 7 2	8841-5B		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-25619

(22)出願日 平成4年(1992)2月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 岐津 俊樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝総合研究所内

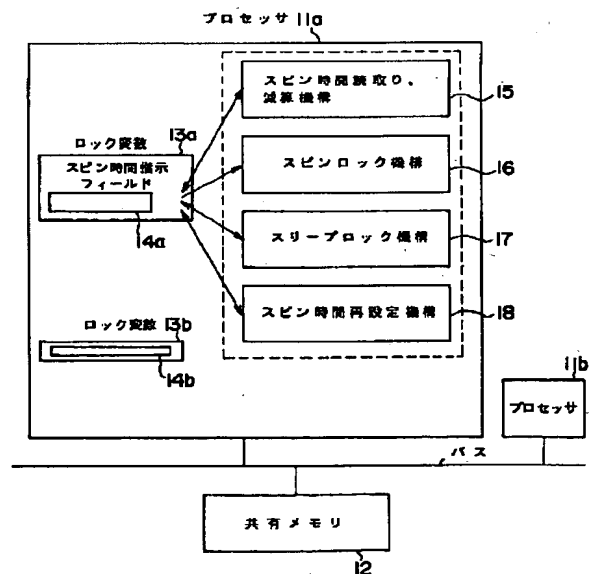
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 ロック方式

(57)【要約】

【目的】ロック獲得の際のプロセッサの浪費を少なくし、プロセス実行の効率化の向上を図る。

【構成】ロック変数13aのロックを獲得できない場合には、そのプロセスはスピンロック機構16によってスピンロック状態に設定され、そして所定のスピンロック時間スピンしてもロックを獲得できない場合にスリープロック機構17によってスリープ状態に設定される。このため、スピン時間指示フィールドに設定された所定のスピンロック時間を越える長い時間ロックが取れない時にはスリープとなって、プロセッサを他のプロセスに渡すことができ、また、ロックが他のプロセスから比較的早く解放された場合にはスピンロック状態にあるので直ぐにそのロックを獲得して実行することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 共有変数を用いてプロセス間の排他制御を実現するメモリ共有型マルチプロセッサシステムにおいて、

前記各共有変数毎にロック待ちプロセスがスピンするスピンロック時間を規定し、

ロックを獲得できなかったロック待ちプロセスを前記規定されたスピンロック時間だけスピンさせ、そのスピンロック時間内にロックを獲得できないときにそのプロセスをスリープさせることを特徴とするマルチプロセッサシステムのロック方式。

【請求項2】 前記スピンロック時間は、プロセスのスリープおよびそのスリープ状態からの復帰のために要するプロセッサの実行時間と実質的に等しい値に初期設定されていることを特徴とする請求項1記載のマルチプロセッサシステムのロック方式。

【請求項3】 共有変数を用いてプロセス間の排他制御を実現するメモリ共有型マルチプロセッサシステムにおいて、

前記各共有変数毎にロック待ちプロセスがスピンするスピンロック時間を割り当てる手段と、

ロックを獲得できなかったプロセスを前記スピンロック時間だけスピンさせる手段と、

ロック解除待ちプロセスを有する共有変数に対応した前記スピンロック時間の値を減少する手段と、

前記スピンロック時間内にロックを獲得できないときにそのプロセスをスリープさせる手段と、

ロック獲得後そのロックを解放する際に前記スピン時間を再設定する手段とを具備したことを特徴とするマルチプロセッサシステムのロック方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は高性能な並列処理を実現するための共有メモリを有したマルチプロセッサシステムの排他制御におけるロック方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、共有メモリを有したマルチプロセッサシステムにおいては、排他制御のための種々のロック方式が提案されている。ロック方式には、大別してプロセスがロックを取れるまで共有変数（ロック変数）にアクセスをし続けるスピンロック方式と、ロックが取れなかった場合スリープし、ロックが解放された時に起こされてからロックを取りに行くスリープロック（サスペンドロックと称する場合もある）方式とがある。

【0003】 スピンロック方式では、スピンしている期間はプロセッサは浪費されることになる。一方、スリープロック方式では、プロセスのスリープとそのスリープからの復帰（ウェイクアップ）の際にレジスタ退避やレジスタ復帰が必要になるため、プロセッサ（CPU）実

行時間が余分にかかりその分だけコストが大きくなるが、プロセスがスリープしている間はプロセッサは他のプロセスの実行に使用でき、プロセッサが浪費されることはない。

【0004】 従来のロック方式では、資源がロックされている時間がわからないため、予めスピンするかスリープするかが決められており、長い時間ロックが取れない時にスピンしたり、ロックがすぐ取れる時にスリープするなど、プロセッサを浪費してしまうという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来のロック方式においては、ロックを取得する際に予めスピンするかスリープするかを決定しておくが、資源がロックされる時間がわからないために無駄にスピンしたりスリープしてしまうという問題があった。

【0006】 この発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、ロック獲得の際のプロセッサの浪費を少なくし、効率の良いプロセスの実行の実現することができるマルチプロセッサシステムのロック方式を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段および作用】 この発明のロック方式は、共有変数を用いてプロセス間の排他制御を実現するメモリ共有型マルチプロセッサシステムにおいて、前記各共有変数毎にロック待ちプロセスがスピンするスピンロック時間を規定し、ロックを獲得できなかったロック待ちプロセスを前記規定されたスピンロック時間だけスピンさせ、そのスピンロック時間内にロックを獲得できないときにそのプロセスをスリープさせることを特徴とする。

【0008】 このロック方式においては、ロックを獲得できない場合には、そのプロセスはまずスピンロック状態に設定され、そして、所定のスピンロック時間スピンしてもロックを獲得できない場合にスリープ状態に設定される。このため、所定のスピンロック時間を越える長い時間ロックが取れない時にはスリープとなって、プロセッサを他のプロセスに渡すことができ、また、ロックが他のプロセスから比較的早く解放された場合にはスピンロック状態にあるのですぐにそのロックを獲得して実行することができる。したがって、不必要に長い時間スピンしたり、短い時間スピンすればロックが獲得できるのにスリープするといったプロセッサの浪費が避けられ、プロセスの効率的な実行が可能となる。

【0009】

【実施例】 以下、図面を参照してこの発明の実施例を説明する。

【0010】 図1にはこの発明の一実施例に係わるマルチプロセッサシステムのシステム構成が示されている。このマルチプロセッサシステムは、メモリ共有型のマル

10

20

30

40

50

3

チプロセッサであり、共有変数を用いて排他制御を実現している。

【0011】このマルチプロセッサシステムは、複数のプロセッサ11a, 11b, …と、共有メモリ12とから構成されている。複数のプロセッサ11a, 11b上で並列動作される複数のプロセスは、共有メモリ12上の共有データを同時に操作しないように、その共有データをロックして排他的に使用する。この排他制御のための同期は、共有変数（ロック変数）を用いて実現されている。

【0012】ロック変数はあるリソースの使用状態を示すものであり、例えば、ロック変数の値が1の時は、ある1つのプロセスが排他的な処理を実行中であること（ロック状態）を示し、他のプロセスはその処理を実行することができない。

【0013】ロック確保時のロック変数の参照、更新は、例えば、テストアンドセット命令（test & set）のように参照と変更が不可分に行われるプロセッサ命令で行なわれる。テストアンドセット命令は、基本的には不可分の単一機会命令として、指定されたロック変数から値“0”を読み出した後、“1”の値をロック変数に書き戻すものであり、最初に“0”（ロックがオフ）を受け取るプロセスだけがロックを確保して処理を実行でき、それ以外のプロセスはすべて“1”（ロックがオン）を受け取ることにより実行を待たされる。

【0014】この場合、スピンロック方式においては、“1”を受け取った各プロセスは、ロック変数が“0”になるまで繰り返しテストを行い、ロック解除されまで待つ。この状態は、スピンループと称されている。一方、スリープロック方式においては、“1”を受け取った各プロセスは、プロセッサを解放するスリープ状態となり、ロック解除の合図を待ってウェイクアップされる。

【0015】ロック変数13a, 13b…は、共有メモリ12上の共有データの排他制御のためにそれら共有データ毎に生成されるものであって、各ロック変数13a, 13b, …にはスピン時間指示フィールド14a, 14b, …が割り当てられている。

【0016】各スピン時間指示フィールド14a, 14bには、対応するロック変数によってロック待ちとなったプロセスに対してスピンすべき時間を指示するためのスピン時間が設定される。このスピン時間の初期値は、スピンし続けるコストと、スリープし、ウェイクアップするコストとが等しくなるような値に設定される。

【0017】この場合、スリープし、ウェイクアップするコストとは、プロセスのスリープおよびウェイクアップのために必要なレジスタ退避および復帰に要するプロセッサ実行時間（実行サイクル数）を示す。このため、スピン時間は、プロセスのスリープおよびウェイクアップのために必要なプロセッサ実行時間と実質的に同じ値

4

に予め設定される。これにより、スピンしている間にロックが獲得できた場合には、スリープするよりも低コストになることが保証される。

【0018】また、各プロセッサ11A, 11b, …には、ロック変数13a, 13b, …を用いたロック方式を実現するための機構として、スピン時間読取り・減算機構15、スピンロック機構16、スリープロック機構17、スピン時間再設定機構18が設けられている。

【0019】次に、図2のフローチャートを参照して、これらスピン時間読取り・減算機構15、スピンロック機構16、スリープロック機構17、およびスピン時間再設定機構18の機能、およびこれらを利用したロック動作を説明する。

【0020】プロセスが資源を確保する際には、まず、該当するロック変数13aおよびそのロック変数に対応するスピン時間フィールド14aが参照され、スピン時間読取り・減算機構15によって上記フィールドの値を記憶した上で（ステップa1）そのフィールドの値が減少される（ステップa2）。

【0021】減少される値は任意の値で良く、ここではd1とする。これは次にロックを取りに来るプロセスはロックを取りにくくなっており、スピンする時間を短くすることによってスピンによるプロセッサの浪費を減少させるためである。

【0022】次に、ロック変数の値が“0”か“1”かによってロックを確保できるか否かを判断し（ステップa3）、ロック変数の値が“1”の場合には、そのプロセスはロックを確保できない。このロックを確保できなかったプロセスはスピンロック機構16によってスピンされ、ステップa1で読み取ったスピン時間だけスピンしてその間、繰り返しロックを獲得しに行く（ステップa3, a4）。

【0023】スピン時間内にロックが獲得できなかった場合には、さらに上記スピン時間指定フィールドの値がスリープロック機構17によって減少され（ステップa5）、そして、ロックが獲得できなかったプロセスがスリープロック機構17によってスリープされる（ステップa6）。この時に減少させる値も任意の値で良く、ここではd2とする。

【0024】この場合に、上記フィールドの値を再び減らすのは、スピン時間中にロックが取れないほどロックが獲得しにくくなっているため、さらにスピンする時間を短くすることによってスピンによる他のプロセッサの浪費を減少させるためである。

【0025】スリープされたプロセスはロックが解放されたときに通知等によってウェイクアップされ（ステップa7）、ロックを確保しに行く。ここでロックを確保できた場合には、そのプロセスによって所定の作業が実行される（ステップa9）。この後、スピン時間再設定機構18によって、ロックを獲得するまでに減じた値分

10

20

30

40

50

5

だけ上記フィールドの値が増加される(ステップa10)。

【0026】この例では、スピンしている間にロックが獲得できた場合には、d1を、スピンしている間にロックが獲得できずスリープした後に獲得した場合には、d1+d2を、上記フィールドの値に加算して初期値に戻す。

【0027】このように上記フィールドの値を増加させるのは、ロックが解放されたことによりロックが解放される前に比べ獲得しやすくなるため、スピンする時間を長くしてスピンによりロックを獲得しやすくするためである。その後、プロセスは、ロックを解放する(ステップa11)。次いで、図3のフローチャートを参照して、図1のシステムにおける別のロック動作を説明する。

【0028】プロセスが資源を確保する際には、まず、該当するロック変数13aおよびそのロック変数に対応するスピン時間フィールド14aが参照され、スピン時間読取り・減算機構15によって上記フィールドの値を記憶した上で(ステップb1)そのフィールドの値が減少される(ステップb2)。

【0029】減少される値は任意の値で良く、ここではd1とする。これは次にロックを取りに来るプロセスはロックを取りにくくなっており、スピンする時間を短くすることによってスピンによるプロセッサの浪費を減少させるためである。

【0030】また、同時に時刻を記録するフィールドに現在の時刻を、スピン時間読取り・減算機構15によって記録しておく(ステップb3)。次に、ロック変数の値が“0”か“1”かによってロックを確保できるか否かを判断し(ステップb4)、ロック変数の値が“1”の場合には、そのプロセスはロックを確保できず、スピンロック機構16によってスピンされ、ステップb1で読み取ったスピン時間だけスピンしてその間、繰り返しロックを獲得しに行く(ステップb4、b5)。

$$x' = \{(n+1)/n\} x - (y/n) + d \quad \dots (1)$$

で与えられる。しかし、この(1)式で求めたx'は、求めたx'が $0 < x' < x_0$ の範囲にある場合のみ有効※

$$x' = x_0 \quad \dots (2)$$

とし、また、(1)式で求めたx'が $x' \leq 0$ の場合に

$$x' = 0 \quad \dots (3)$$

とすることが好ましい。

【0036】これにより、スピンする時間は上記のnの大小によって振幅が変化するが、徐々にその資源を獲得するまでの時間の平均値に収束していく。これにより資源を獲得する際には、実際にロック獲得までに要した平均的な時間分だけスピンするようになり、プロセッサの浪費が減少することになる。

【0037】以上のように、この実施例のロック方式においては、ロックを獲得できない場合には、そのプロセ

6

*【0031】スピン時間内にロックが獲得できなかった場合には、さらに上記スピン時間指定フィールドの値がスリープロック機構17によって減少され(ステップb6)、そして、ロックが獲得できなかったプロセスがスリープロック機構17によってスリープされる(ステップb7)。この時に減少させる値も任意の値で良く、ここではd2とする。

【0032】この場合に、上記フィールドの値を再び減らすのは、スピン時間中ではロックが取れないほどロックが獲得しにくくなっているため、さらにスピンする時間を短くすることによってスピンによる他のプロセッサの浪費を減少させるためである。

【0033】スリープされたプロセスはロックが解放されたときに通知等によってウェイクアップされ(ステップb8)、ロックを確保しに行く。ここでロックを確保できた場合には(ステップb9)、スピン時間再設定機構18によって、ロックをとれた時刻とスピンを開始した時刻との差により、ロック獲得に要した時間が求められる(ステップb10)。また、そのロックを獲得したプロセスによって所定の作業が実行される(ステップb11)。

【0034】この後、スピン時間再設定機構18によって、ロックを獲得するまでに減じた値(d1、またはd1+d2)と、ロック獲得に要した時間と、ステップb1で記憶したもののスピン時間とから、新たなスピン時間が求められ、それがスピン時間指示フィールドに再設定される(ステップb12)。そして、その後、ロックが解放される(ステップb13)。この再設定される新たなスピン時間x'は、例えば、次のように求められる。

【0035】x'を新しいスピン時間、xを読み取ったスピン時間、x0をスピン時間の初期値、yをロックを獲得するまでにかかった時間、dをロックを獲得するまでに減算した値、nを任意の正数とすると、

※とし、(1)式で求めたx'が $x' \geq x_0$ の場合には、

スはまずスピンロック状態に設定され、そして、所定のスピンロック時間スピンしてもロックを獲得できない場合にスリープ状態に設定される。このため、所定のスピンロック時間を越える長い時間ロックが取れない時にはスリープとなって、プロセッサを他のプロセスに渡すことができ、また、ロックが他のプロセスから比較的早く解放された場合にはスピンロック状態にあるのですぐにそのロックを獲得して実行することができる。

【0038】したがって、不必要に長い時間スピンした

7

り、短い時間スピンすればロックが獲得できるのにスリープするといったプロセッサの浪費が避けられ、プロセスの効率的な実行が可能となる。

【0039】また、スピンする時間を静的、あるいは動的に変更することにより、ロックされている時間の変動に柔軟に対処でき、効率の良いプロセスの実行が可能となるなど多大なる効果が得られる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、ロック獲得の際のプロセッサの浪費を少なくでき、効率 10 の良いプロセスの実行の実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

8

【図1】この発明の一実施例に係わるシステム構成を示すブロック図。

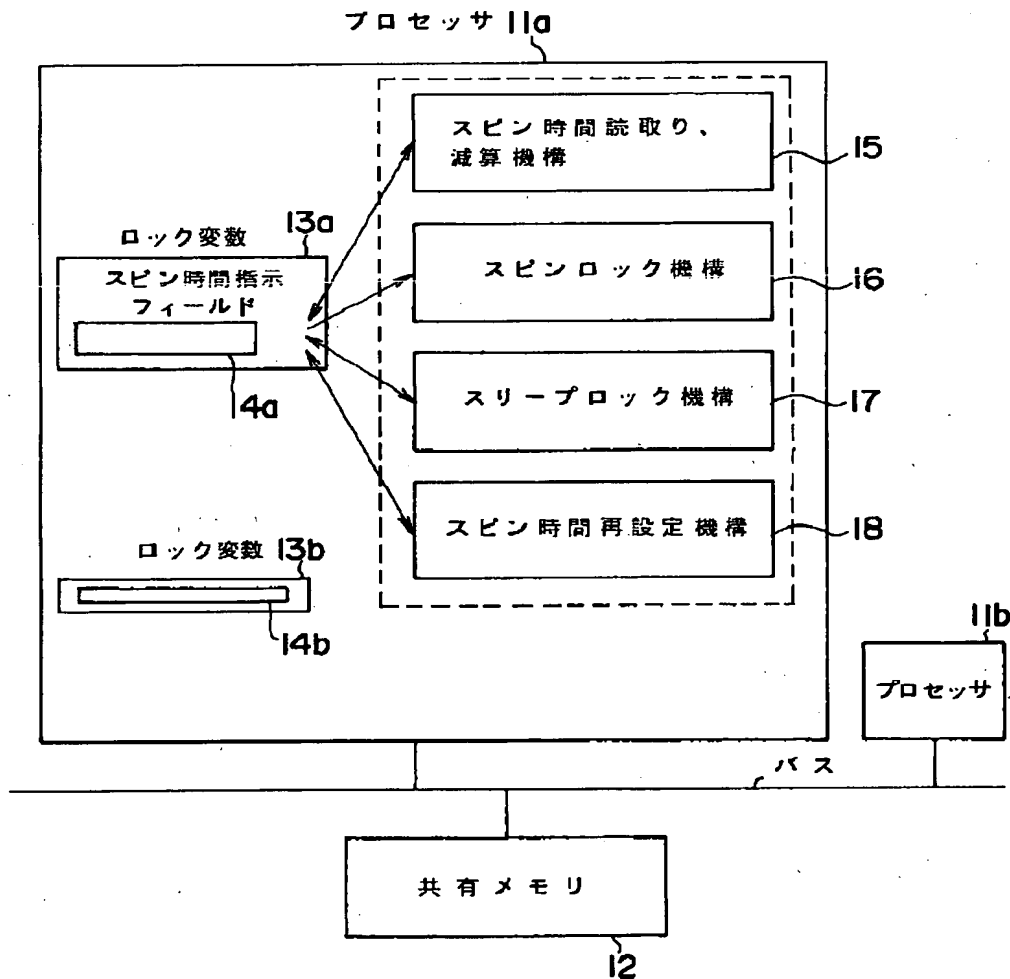
【図2】同実施例のロック動作の一例を説明するフローチャート。

【図3】同実施例のロック動作の他の例を説明するフローチャート。

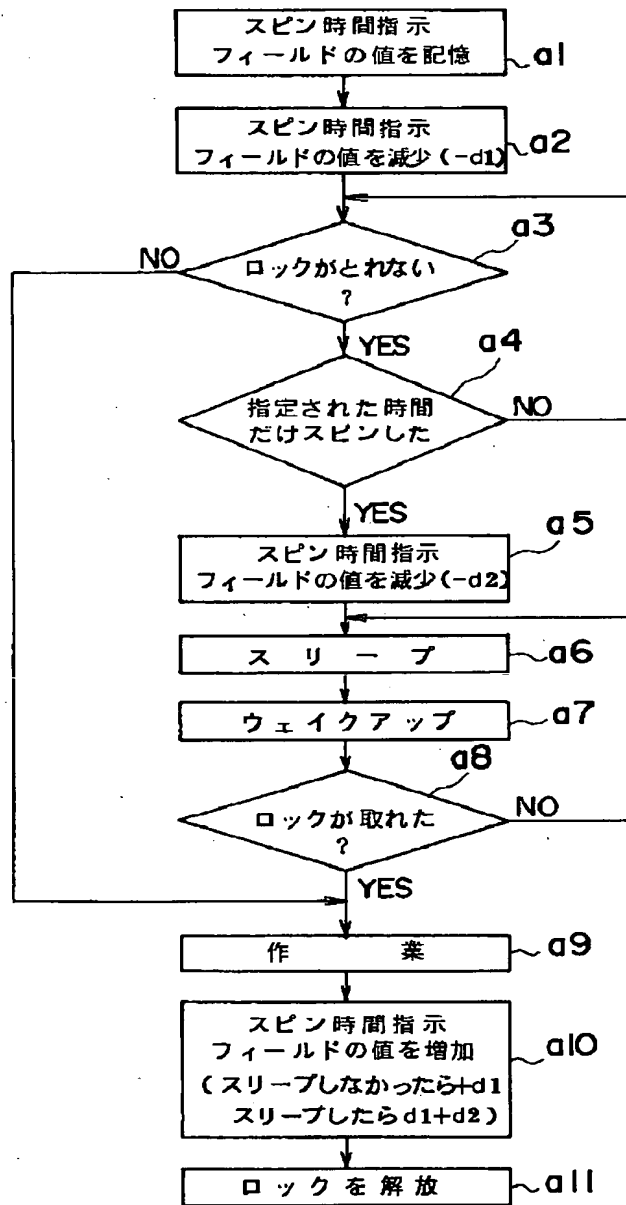
【符号の説明】

11a, 11b…プロセッサ、12…共有メモリ、13a, 13b…ロック変数、14a, 14b…スピン時間指示フィールド、15…スピン時間読取り・減算機構、16…スピンロック機構、17…スリープロック機構、18…スピン時間再設定機構。

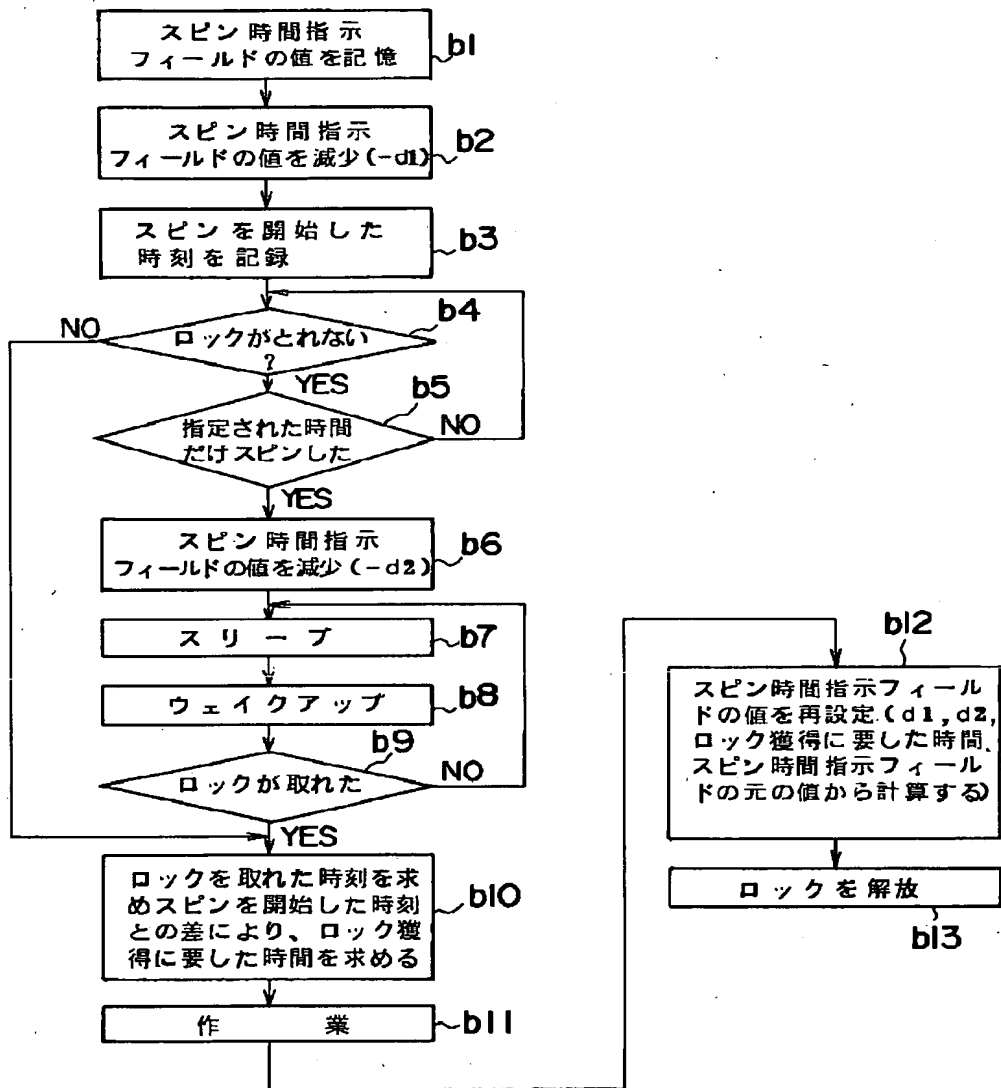
【図1】



【図2】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.